

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: 87117210.2

⑤① Int. Cl. 4: **H01M 8/24**

⑱ Anmeldetag: 23.11.87

③① Priorität: 25.11.86 DE 3640209

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.06.88 Patentblatt 88/24

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB LI NL SE

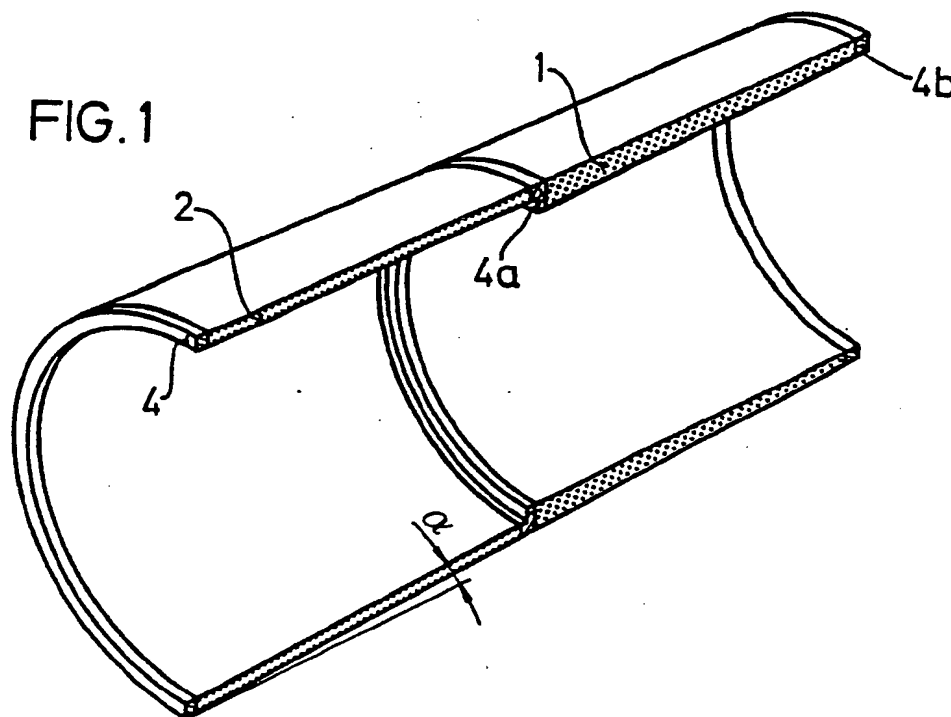
⑦① Anmelder: **BASF Aktiengesellschaft**
Carl-Bosch-Strasse 38
D-6700 Ludwigshafen(DE)

⑦② Erfinder: **Sterzel, Hans-Josef, Dr.**
Wasgauring 3
D-6701 Dannstadt-Schauernheim(DE)

⑤④ **Batterien aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen mit polymeren Elektrolyten hoher Energie- und Leistungsdichte und rohrförmiger Anordnung.**

⑤⑦ Batterie aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen, die ihrerseits aus einer Anode (1), einer Kathode (2) und einer CO_2 -permeablen Anionenaustauscher-Membran (3) als Elektrolyt aufgebaut ist, bei der sich Anode (1) und Kathode (2) auf einem gemeinsamen Stromableiter befinden, der als stumpfer Kegel mit geringem Öffnungswinkel und einer inneren Abstufung ausgebildet ist und mehrere dieser Ableiter auf einem Führungsrohr (6) zu einer Batterie ineinandergesteckt werden.

FIG. 1



EP 0 270 894 A1

D

Batterien aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen mit polymeren Elektrolyten hoher Energie- und Leistungsdichte und rohrförmiger Anordnung

Beschreibung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Batterie aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen, die ihrerseits aus einer Kathode, einer Anode und einer CO₂-permeablen Anionenaustauscher-Membran als Elektrolyt aufgebaut sind, bei der Kathode und Anode sich auf einem gemeinsamen

10 Stromableiter befinden, der als Kegel mit geringem Öffnungswinkel ausgebildet ist und mehrere Kegel auf einem Rohr zu einer Batterie ineinandergesteckt angeordnet sind.

In Brennstoffzellen wird ein Brennstoff, in diesem Fall Methanol, an einer
15 Anode elektrochemisch zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert, während an einer Kathode Luftsauerstoff zu Hydroxylionen (OH⁻) reduziert wird. Anode und Kathode sind durch einen Elektrolyten, bei Batterien aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen nach dieser Erfindung eine OH⁻-Ionen leitende polymere Anionenaustauscher-Membran getrennt. Werden Anode und
20 Kathode über einen Verbraucher verbunden, so kommt ein Elektronenfluß von der Anode zur Kathode zustande.

Bis heute sind keine betriebsfähigen Batterien aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen bekannt. Nach dem Stand der Technik wird Methanol katalytisch
25 zu Kohlendioxid und Wasserstoff umgesetzt, das Kohlendioxid abgetrennt und der Wasserstoff der eigentlichen Wasserstoff/Luft-Brennstoffzelle zugeführt. Die dabei erzielten Stromdichten liegen um 0,2 bis 0,3 A/cm².

Höhere Stromdichten von 1 A/cm² lassen sich vor allem mit porösen,
30 gasdurchlässigen Elektroden erzielen. Die Gasdurchlässigkeit ist vorteilhaft, da beim Betrieb der Brennstoffzelle Sauerstoff in die Kathode hineindiffundiert und Wasser und Kohlendioxid herausdiffundieren.

Solche Gasdiffusionselektroden werden z.B. von Watanabe et al
35 {J. Electroanal. Chem., 183 (1985), 391-394) beschrieben. Diese Elektroden werden durch Sintern von Ruß zusammen mit Rußteilchen, die mit Katalysator bedeckt sind und gegebenenfalls Polytetrafluorethylen-Teilchen um einen geeigneten Ableiter hergestellt. Die erhaltene Elektrode besteht aus einem porösen Netzwerk, in welchem sich die Katalysatorteilchen unter Ausbildung
40 eines Percolationsnetzwerkes berühren.

Als Percolationsnetzwerk ist dabei zu verstehen, daß eine ständige Verbindung zwischen den Katalysatorteilchen vorhanden ist, d.h. die Katalysatorteilchen sich berühren.

Als Katalysatoren für die Reduktion des Sauerstoffs werden üblicherweise Edelmetalle wie Platin oder Silber, um nur einige zu nennen, verwendet.

5 Kostengünstigere Kathoden, in denen die Verwendung von teuren Edelmetallen vermieden wird, lassen sich aus speziellen Polymeren, die Übergangsmetalle enthalten, wie sie in der EP-A-154 247 beschrieben werden, herstellen.

Zur Herstellung einer Kathode aus den dort beschriebenen Polymeren verwendet man als Ableiter vorzugsweise ein engmaschiges Drahtnetz, 10 insbesondere aus rostfreiem Stahl oder Kupfer. Die Maschenweiten betragen in der Regel 0,02 bis 0,5 mm und die freie Fläche macht mindestens 20 % der Gesamtfläche aus. Dieser Ableiter wird dann mit einem unvernetzten Polymeren, wie es in der EP-A 154 247 beschrieben wird, überzogen.

15 Zur Herstellung der katalytisch wirksamen Masse wird Ruß mit hohen spezifischen Oberflächen (beispielsweise im Bereich von 200 bis 500 m²/g) durch Oxidation in Luft bei ca. 600°C und nachträgliche Behandlung mit siedender Salpetersäure wasserbenetzbar gemacht. Anschließend wird dieser Ruß mit einer verdünnten Lösung des Polymeren getränkt, getrocknet und mit 20 Polytetrafluorethylenpulver gut vermischt und bei 150 bis 200°C um einen entsprechenden Ableiter so verpreßt, daß offene Mikroporen und Kanäle erhalten bleiben.

Als besonders vorteilhaft haben sich poröse Kathoden erwiesen, in denen 25 eine Schicht eines Anionenaustauscher-Polymeren abgeschieden worden ist. Diese Schicht ist im allgemeinen 0,01 bis 1 µm, vorzugsweise 0,05 bis 0,5 µm dick und kann vom Aufbau her, der als Festelektrolyt verwendeten Anionenaustauscher-Membran entsprechen oder auch davon verschieden sein.

30 Als Anionenaustauscher-Membranen können grundsätzlich alle kommerziell erhältlichen Membranen eingesetzt werden, deren Fest-Ionengehalt vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 5 Äquivalenten pro kg trockener Membran liegt.

35 Als Basispolymere für derartige Anionenaustauscher-Membranen eignen sich z.B. Copolymere, die durch Pfropfung von Vinylpyridinen auf Polytetrafluorethylen oder durch Chlormethylierung von mit Divinylbenzol vernetztem Polystyrol und anschließender Quaternierung mit tertiären Aminen erhältlich sind. Auch Copolymere aus Vinylbenzylchlorid und 40 Divinylbenzol sind geeignet. Zur Erzeugung der zum Anionenaustausch befähigten ionischen Gruppen werden diese Polymere mit entsprechenden Monomeren, z.B. mit Trialkylamin oder multifunktionellen Aminen umgesetzt. Geeignete multifunktionelle Amine sind z.B. Diethylentriamin oder Tetraethylenpentamin.

Als Trägerpolymer eignen sich auch Polyvinylchloridfolien, die entsprechend durch Umsetzung mit Aminen modifiziert werden.

Als Anode können ebenfalls die aus dem Stand der Technik an sich bekannten
5 und in der Literatur beschriebenen Anoden für Methanol/Luft-Brennstoffzellen eingesetzt werden. Derzeit sind noch keine Elektroden erhältlich, in denen auf Edelmetalle als Katalysator zur Oxidation des Wasserstoffs ganz verzichtet werden kann.

10 Als Katalysator eignen sich insbesondere bimetallische Katalysatoren auf Basis Platin/Ruthenium oder Platin/Zinn, die gegenüber reinen Platinkatalysatoren eine höhere Aktivität aufweisen und zu niedrigeren Überspannungen führen.

15 Verfahren zur Herstellung solcher Anoden sind an sich bekannt und in der Literatur beschrieben (beispielsweise in J. Electroanal. Chem. 179 (1984), 303 oder l.c. 199 (1986), 311.

Anoden mit besonders hoher Aktivität erhält man, wenn man Ruß mit hohen
20 spezifischen Oberflächen im Bereich von 100 bis 400 m²/g als Träger für den Katalysator verwendet.

Im Gegensatz zu den bekannten Kationenaustauscher-Membranen als Festelektrolyt erfolgt der Stromtransport in den beschriebenen
25 Methanol/Luft-Brennstoffzellen durch Wanderung der Hydroxyl-Ionen, die an der Kathode gebildet werden, zur Anode. Die Hydroxyl-Ionen nehmen bei ihrer Wanderung eine Solvathülle aus Wassermolekülen in den Anodenraum mit. Auf der Kathodenseite wird das Wasser ständig mit dem Luftstrom, der an der Kathode vorbeigeführt wird, entfernt. Dies hat zur Folge, daß von
30 der Anodenseite zur Kathodenseite ein Konzentrationsgradient an Wasser aufgebaut wird, der dadurch ausgeglichen wird, daß Wasser von der Anodenseite zur Kathodenseite wandert. Dadurch wird der Verlust auf der Kathodenseite ausgeglichen und man erhält einen gleichmäßigen Wassergehalt auf Kathoden- und Anodenseite, wodurch zusätzliche Maßnahmen zur
35 Befeuchtung der Membran auf einer Elektrodenseite überflüssig werden.

Die Hydrogencarbonationen und/oder an der Anode gebildetes CO₂ wandern aufgrund des Konzentrationsgefälles und des elektrostatischen Felds innerhalb der Anionenaustauscher-Membran von der Anode zur Kathode, wo die
40 Hydrogencarbonationen infolge des dort vorliegenden geringen Kohlendioxid-Partialdrucks zu Hydroxyl-Ionen und Kohlendioxid dissoziieren.

Das Kohlendioxid wird gasförmig mit dem an der Kathode vorbeigeführten Luftstrom entfernt.

Mit der Entwicklung derartiger neuer Brennstoffzellen mit hoher Energie- und Leistungsdichte treten Probleme auf, die bisher in der Technologie der Brennstoffzellen keine besonders hohe Priorität hatten. Als Folge der Erhöhung der Stromdichte von bisher um $0,2 \text{ A/cm}^2$ auf ca. 1 A/cm^2 müssen heute konstruktive Maßnahmen zur möglichst verlustarmen Ableitung der Ströme aus den Elektroden getroffen werden. Da pro Zelle nur eine Spannung von 1 V abgegeben wird, ist eine Batterie aus Brennstoffzellen dadurch charakterisiert, daß sie bei niedriger Spannung, je nach Zellenzahl, eine hohe Stromstärke abgibt. Dies bedingt hohe Leiterquerschnitte, um den Spannungsabfall niedrig zu halten. Aus Gründen der Verlegbarkeit der Leiter und weil hohe Ströme bei niedrigen Spannungen für die meisten Verbraucher ungünstig sind und die Regelbarkeit ebenfalls Schwierigkeiten bereitet, sollte eine Brennstoffzellenbatterie niedrige Ströme bei hohen Spannungen abgeben. Vorteilhafte Arbeitsspannungen sind solche, die der Spitzenspannung einer genormten effektiven Wechselspannung entsprechen.

So wäre es beispielsweise wünschenswert, eine Brennstoffzellenbatterie mit einer Ausgangsspannung von 310 bis 320 V versehen, um diese Gleichspannung über eine Halbleiterschaltung in eine Wechselspannung von 220 V umsetzen zu können, wobei ein teurer und schwerer Transformator überflüssig wäre.

Zur Erzielung hoher Leistungs- und Energiedichten sollte das Volumen optimal ausgenutzt werden, und als Grundlage eines akzeptablen Preises sollten Brennstoffzellenbatterien aus nur wenig verschiedenen in Massenfertigungsverfahren herstellbaren Einzelteilen bestehen.

Nach dem Stand der Technik werden die Elektroden von Brennstoffzellen in flacher Form als Rechteck oder Scheibe ausgeführt und diese Elektroden in rechteckigen oder zylindrischen Kammern angeordnet.

Für Brennstoffzellen, die mit Zirkonoxid als festem Elektrolyten und keramisch/metallischen Elektroden arbeiten, wurden zylindrische Zellen und deren Anordnung zu zylindrischen Batterien vorgeschlagen (s. Chemistry and Industry, Oct. 6, 1986, Seite 651). Je nach Durchmesser der Elektroden, meist um 10 mm, werden bereits bei Leistungen von $0,2 \text{ Watt pro cm}^2$ Elektrodenoberfläche Leistungen größer als 1 kW pro Liter Batterievolumen erzielt. Da der Elektrolyt auch als Dichtung dient, werden Abdichtungsschwierigkeiten weitgehend vermieden.

Nachteilig für derartige Brennstoffzellen ist, daß sowohl die katalytische Aktivität der Elektroden als auch die Ionenleitfähigkeit des Elektrolyten sehr hohe Temperaturen erfordern. Deshalb müssen solche Zellen bei Temperaturen um 1.000°C arbeiten. Die Materialien für Elektroden und Elektrolyt sind temperaturstabile anorganische Stoffe, die durch

CVD-Techniken (chemical vapour deposition) auf einem porösen Trägerrohr, durch das Luft oder der Brennstoff zugeführt wird, abgeschieden werden.

Dabei werden die einzelnen Stoffe, oder, bei ungenügender thermischer
5 Stabilität, ihre Ausgangsverbindungen, bei sehr hoher Temperatur verdampft und bei ebenfalls hohen Temperaturen auf dem Substrat, in diesem Fall dem porösen Zuführungsrohr, abgeschieden.

Dieses Herstellverfahren ist für die beschriebenen Brennstoffzellen mit
10 ihrer speziellen Katalysatormorphologie und ihrer Komponenten aus organischen Polymeren wegen deren Stabilitätsverlust bei Temperaturen oberhalb 200°C nicht durchführbar. Dementsprechend kann die damit erreichbare Zellen- und Batteriekonstruktion ebenfalls nicht hergestellt werden.

15 Es war daher Aufgabe der Erfindung, eine Batterie aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen mit polymerem Elektrolyten in einer optimalen zylindrischen Konfiguration zu gestalten, mit dem Ziel einer hohen Energiedichte, geringer ohmscher Verluste, robuster und zuverlässiger Konstruktion
20 basierend auf Einzelteilen, die wirtschaftlich in Massenfertigungsverfahren herstellbar sind und einer guten Reparaturmöglichkeit.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch eine Batterie aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen der eingangs genannten Art. Weitere
25 Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das wichtigste charakteristische Merkmal der Erfindung besteht darin, daß sich Anode und Kathode einer Brennstoffzelle auf einem gemeinsamen Stromableiter befinden, der als Kegel mit geringem Öffnungswinkel
30 ausgebildet ist und mehrere Kegel auf einem Führungsrohr zu einer Batterie ineinandergesteckt werden. Die elektrisch leitende Verbindung zwischen den Stromableitern besteht aus der Anionenaustauscher-Membran, die gleichzeitig als Sperre für das Methanol dient und so die Kathode vom Methanol abdichtet. In einer bevorzugten Anordnung wird das Methanol durch
35 das Rohr zugeführt und die Luft außen an den Kathoden vorbeigeführt. Mehrere der rohrförmigen Brennstoffzellenbatterien werden in einem gemeinsamen Gehäuse befestigt und durch ein Gebläse die benötigte Luft durchgeblasen. Das Methanol wird jedem Führungsrohr getrennt zugeführt. Damit ergibt sich die Möglichkeit, im Fall des Versagens das betreffende
40 Rohr von der Methanol-Versorgung abzutrennen und das dann funktionslose Batterieelement zu überbrücken. In diesem Fall wird die Leistung einer aus vielen Einzelbatterien bestehenden Brennstoffzellenbatterie nur geringfügig reduziert, und es braucht nicht die ganze Batterie ersetzt zu werden.

Grundsätzlich ist es auch möglich, die Luft durch das Rohrinne zu führen und das Rohr mit Methanol zu umgeben. Für diese Ausführung müßten die Kathoden innen und die Anoden außen angeordnet sein. Bei dieser Anordnung ist es jedoch nicht möglich, einzelne Rohre im Bedarfsfall von der

5 Methanolversorgung abzutrennen. Außerdem wird wegen der gegenüber der bevorzugten Anordnung bestehenden geringeren Strömungsquerschnitte ein erhöhter Luftdruck bei der Luftversorgung benötigt.

Bedingt durch die erfindungsgemäße Konstruktion, nach der die einzelnen

10 Brennstoffbatterierohre an einer Gehäusewand über eine einzige Mutter verschraubt sind, ist der Ersatz eines defekten Rohres nach Öffnen des Gehäuses ohne besonderen Aufwand zu bewerkstelligen und damit eine besonders gute Reparaturmöglichkeit gegeben.

15 Die Anschlüsse der Einzelbatterien können innerhalb oder außerhalb des Gehäuses beliebig verschaltet werden, um die gewünschten Strom- und Spannungswerte zu erhalten. Bei der Verschaltung außerhalb des Gehäuses müssen zwar die Stromdurchführungen durch die Gehäusewand verlegt werden, es eröffnet sich jedoch damit die Möglichkeit, die Leistung einzelner

20 Batterierohre ohne Aufwand in zeitlichen Abständen zu überprüfen.

In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt und im folgenden näher erläutert:

25 Sie zeigen

Figur 1: Einzelnes Brennstoffzellenelement

Figur 2: Anordnung der Brennstoffzellenelemente zu einer rohrförmigen Batterie

30 Figur 3: Quer- und Längsschnitt eines Führungsrohres

Das Einzelelement für Brennstoffzellbatterien nach der Erfindung besteht aus dem Ableiter, der zusammen mit den entsprechenden Katalysatoren die Anode 1 und die Kathode 2 ausbildet. Er hat die Form eines stumpfen

35 Kegels, der innen abgestuft ist. Der halbe Öffnungswinkel α beträgt 1-10°. Der Basisdurchmesser beträgt 8 bis 30 mm, vorzugsweise 10 bis 20 mm und entspricht dem Außendurchmesser des Führungsrohres 6. Die Ableiterlänge beträgt 20 bis 100 mm, vorzugsweise 30 bis 60 mm. Der Ableiter besteht aus einem gelochten Kupferblech oder einem Kupferdrahtnetz, das zur

40 mechanischen Verstärkung an den Öffnungen und in der Mitte ungelochte Ringe 4 aufweist. Die Stärke des Ableiters beträgt am Ort der Kathode 2 konstant 0,3 bis 2 mm, vorzugsweise 0,5 bis 1 mm und an der anodenseitigen Öffnung 4b ebenfalls 0,3 bis 2 mm, vorzugsweise 0,5 bis 1 mm, wobei sich die Stärke von der Öffnung bis zur Mitte 4a hin verdoppelt.

Die Herstellung eines solchen Ableiters ist Stand der Technik. Die einzelnen Schritte beinhalten das Ausstanzen der Teile aus einem gelochten Kupferblech oder Kupfernetz, das automatische Anschweißen der Flächen für die Ringe 4, das Biegen zu Zylindern, das Verschweißen der Längsnaht und 5 das Drücken in einer entsprechenden Form zu den gewünschten Endmaßen. Anschließend werden die Ableiter gegebenenfalls vernickelt.

Zum Einbringen der aktiven Katalysatormassen wird zunächst der Anodenkatalysator, der aus leitfähigem Ruß, dotiert mit dem eigentlichen 10 bimetallischen Katalysator, und Polytetrafluorethylenpulver besteht, in einer Mischung aus Wasser und Methanol aufgeschlämmt und die Aufschlämmlung zwischen den Ringen 4a und 4b in den Ableiter eingebracht.

In gleicher Weise wird zwischen den Ringen 4 und 4a eine Aufschlämmlung aus 15 leitfähigem Ruß und Polytetrafluorethylerpulver eingebracht. Danach wird das Teil getrocknet und in einer Form die Katalysatormasse bei ca. 350°C unter einem Druck um 50 N/cm² gesintert.

Anschließend wird die Kathode 2 mit einer Lösung des polymeren 20 Katalysators getränkt und das Lösungsmittel durch Erhitzen entfernt. Die zwischen den Ringen 4a und 4b befindliche Anode 1 wird am äußeren Umfang mit Methanol getränkt und danach ebenfalls am äußeren Umfang mit einer viskosen Lösung oder Dispersion des Ionenaustauscher-Polymeren 3 beschichtet und auf diese Weise das Polymere aufgebracht. Es ist auch 25 möglich, bereits fertige Filme des Ionenaustauscher-Polymeren 3 auf die Anode 1 aufzubringen, wobei der Ring 4b ebenfalls bedeckt wird. Da das Ionenaustauscher-Polymere 3 in seiner Dichtungsfunktion auch das Methanol von der Kathode 2 fernzuhalten hat, wird bei der Beschichtung der Anode 1 mit der Lösung oder Dispersion des Ionenaustauscher-Polymeren 3 der 30 Ring 4b ebenfalls mit beschichtet und so die Dichtfunktion sichergestellt. Außerdem wird mit dieser Beschichtung erreicht, daß zwischen den einzelnen Ableiterelementen keine metallische Verbindung besteht, und die elektrische Leitfähigkeit zwischen den einzelnen Ableiterelementen nur durch die ionische Leitfähigkeit des Ionenaustauscher-Polymeren 3 zustande 35 kommt.

Das Zuführungsrohr 6 dient zur Methanolzufuhr und dem mechanischen Zusammenhalt des Batterieaufbaus. Es gibt über die Länge, über die es mit Anoden 1 bedeckt ist, Methanol zu deren Versorgung ab. Dazu kann das 40 betreffende Rohrstück aus methanoldurchlässigem Sintermetall bestehen, das an seiner Oberfläche eine isolierende poröse Schicht trägt.

Es ist auch möglich, ein Rohrstück aus gesintertem Glas oder poröser gesinteter Keramik zu verwenden. Am Anfang trägt das Rohr ein Außengewinde 9 zur Aufnahme der Befestigungselemente, am Ende einen Anschlag 7 zur Aufnahme der Spannkraft.

5

In einer bevorzugten Ausführung wird als Rohrmaterial ein inerte Kunststoff wie Polyethylen hoher Dichte oder Polypropylen verwendet. Die eingesetzten Kunststoffe können zur Erhöhung von Steifigkeit und Festigkeit verstärkende Füllstoffe wie Talkum, Kreide, Wollastonit und/oder Glasfasern enthalten. Über die Länge der Kathoden wird eine Längsriffelung 6a mit einer Tiefe um 1 mm eingeprägt, die mit Bohrungen 6b mit Methanol vom Rohrrinneren versorgt wird. Die Kunststoffausführung hat neben dem geringen Gewicht und der Flexibilität den Vorteil, daß die Längsriffelung 6a, der Anschlag 7 und das Gewinde 9 durch Thermoformen in einem einzigen Arbeitsgang aufgebracht werden können. Je nach erforderlicher Leistung beträgt die aktive Rohrlänge (Länge der Riffelung) 100 bis 500 mm.

Zur Montage einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenbatterie wird zunächst ein O-Ring 8 bis zum Anschlag 7 geschoben. Darauf folgt der Abschlußring 5, der mit einer einzelnen Anode 1a verbunden ist. Vom Abschlußring 5 wird der Strom nach außen abgeführt. Nun werden nacheinander die folgenden, wie beschrieben präparierten, Einzelelemente aufgesteckt. Den Abschluß bildet der Ring 5a, der eine einzelne Kathode 2a trägt und von dem der Strom nach außen geleitet wird. Der O-Ring 8a dichtet Methanol nach außen ab. Er wird mit der Mutter 10 über den Ring 11 angepreßt. Mit der Mutter 10 wird der normalerweise geringe Andruck für die Einzelelemente aufgebracht. Die Konstruktion erlaubt eine bequeme Einlochmontage an einer Seitenwand 14 des Gehäuses. Dazu wird das Rohr mittels der Mutter 12 über den Ring 11a fixiert. Zur Erhöhung der mechanischen Stabilität werden die Batterierohre in passenden Bohrungen der gegenüberliegenden Seitenwand 14 fixiert. Die Abdeckung 15 schließt die Batterie von Umwelteinflüssen ab.

Beispielhaft sind die wesentlichsten Abmessungen für eine Brennstoffzellenbatterie mit ca. 50 bis 60 kW Leistung aufgeführt (ohne Gebläse):

Ein einzelnes Brennstoffzellenelement ist 40 mm lang, die Stärke der Kathode beträgt 0,5 mm, die Stärke der Anode 0,5 bis 1,0 mm sich erweiternd. Der Basisdurchmesser beträgt 10 mm, der halbe Öffnungswinkel ca. 2°. Die aktive Länge des Führungsrohres aus verstärktem Polypropylen mit 9,9 mm Außendurchmesser beträgt 300 mm. Auf ein Rohr sind 7 Elemente aufgereiht, die incl. der Endelemente 15 Brennstoffzellen pro Rohr

ergeben. Bei einer Flächenleistung von 1 Watt/m² ergibt dies eine Leistung von rund 90 Watt pro Rohr. In ein Gehäuse mit je 450 mm Breite und Höhe und 320 mm Tiefe werden 625 dieser Rohre in gleichen Abständen von 18 mm von Rohrmitte zu Rohrmitte eingebaut. Diese Brennstoffzellenbatterie 5 liefert 56 kW bei einem Volumen von 65 Litern, also ca. 860 W/Liter.

10

15

20

25

30

35

40

Patentansprüche

1. Batterie aus Methanol/Luft-Brennstoffzellen, die ihrerseits aus einer Anode (1), einer Kathode (2) und einer CO₂-permeablen Anionen-austauscher-Membran (3) als Elektrolyt aufgebaut ist, bei der sich Anode (1) und Kathode (2) auf einem gemeinsamen Stromableiter befinden, der als stumpfer Kegel mit geringem Öffnungswinkel und einer inneren Abstufung ausgebildet ist und mehrere dieser Ableiter auf einem Führungsrohr (6) zu einer Batterie ineinandergesteckt werden.
2. Batterie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsrohr (6) aus einem Kunststoff besteht und Längsrillen (6a) aufweist, die über Bohrungen (6b) aus dem Rohrinernen mit Methanol versorgt werden.
3. Batterie nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere rohrförmige Batterien in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet werden.

FIG. 1

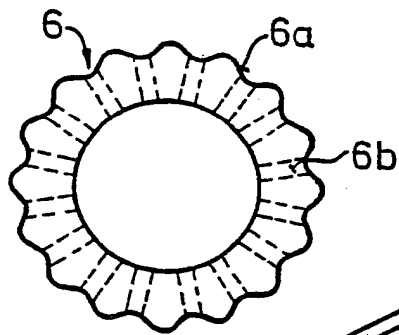
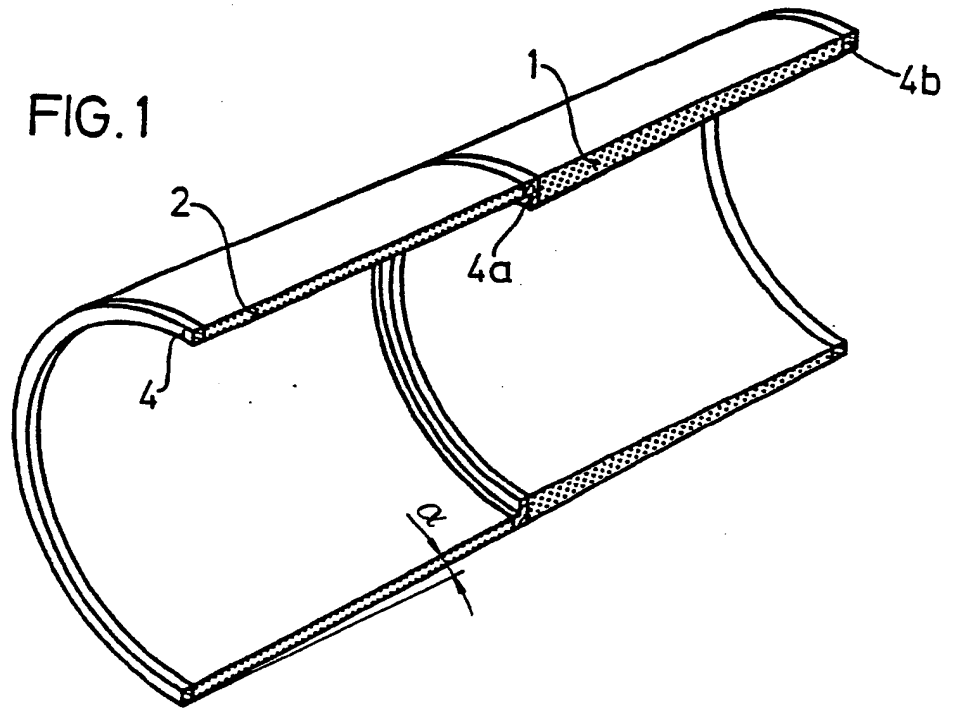


FIG. 3

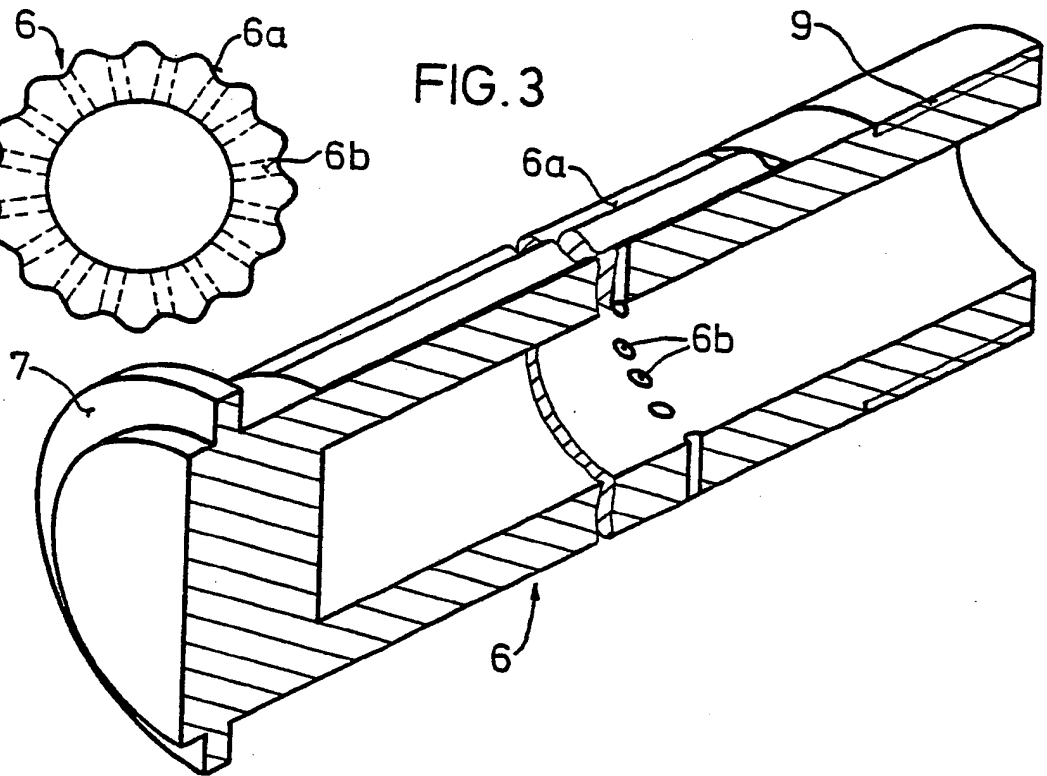
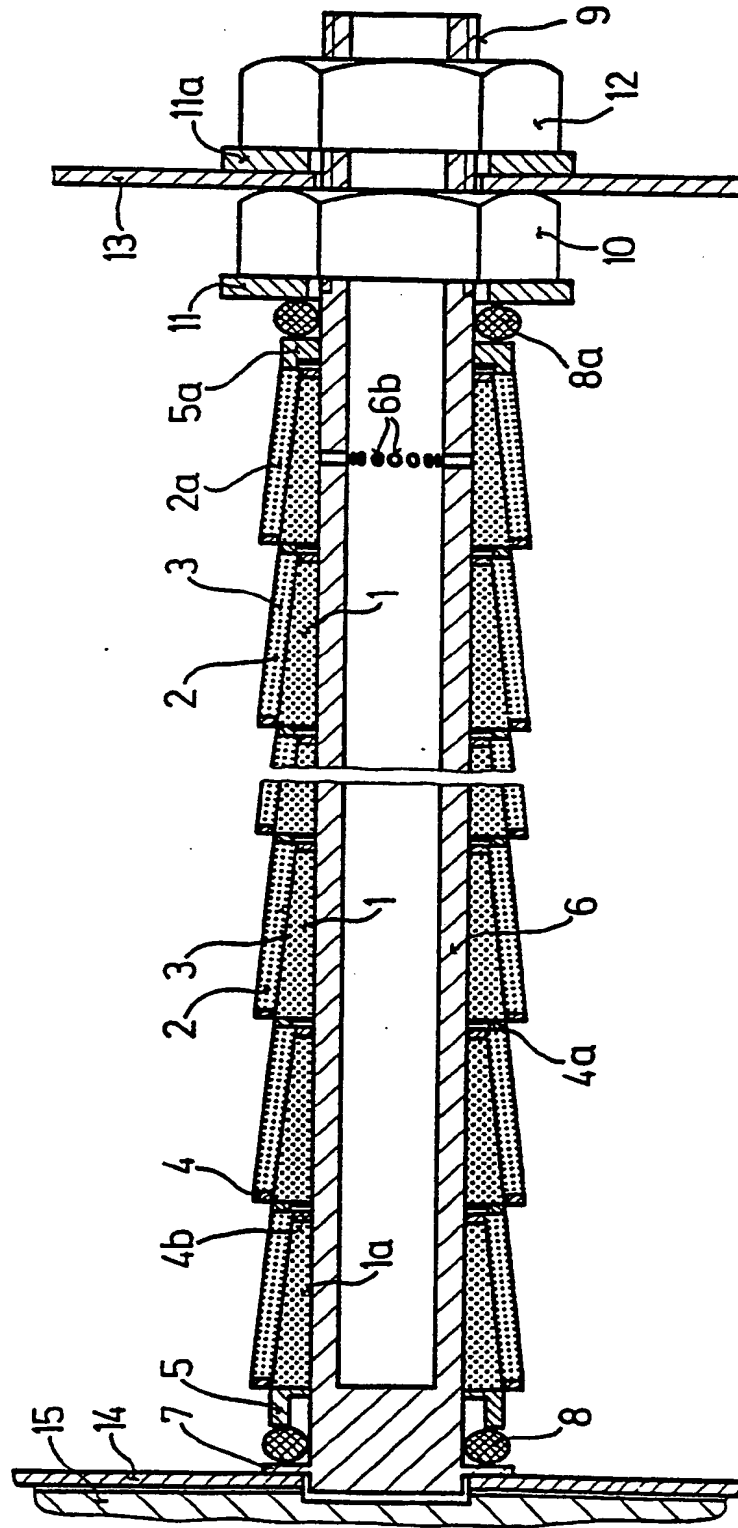


FIG. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 11 7210

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	US-A-3 216 911 (M.L. KRONENBERG)		H 01 M 8/24
A	US-A-3 508 970 (W.T. GRUBB et al.)		
A	FR-A-1 585 403 (COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE)		
A	CH-A- 655 615 (BBC AG)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			H 01 M C 25 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 01-03-1988	Prüfer D'HONDT J.W.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)